

## ほたて貝 Actomyosin 系の粘度に関する研究\*

### II. 運動筋の Actomyosin について

横 山 稔

札幌医科大学生理学教室 (主任 永井教授)

### Research on the Viscosity Change of Actomyosin of Pecten (Yessensis Jay)

#### II. About the Actomyosin of Large Striated Adductor Muscle

By

MINORU YOKOYAMA

Department of Physiology, Sapporo University of Medicine  
(Chief: Prof. T. NAGAI)

別報<sup>1)</sup>において、ほたて貝筋の支え筋 (small smooth adductor muscle 以下 S.S.M.) の actomyosin (以下 AM) について報告したが、本篇は運動筋 (large striated adductor muscle 以下 L.S.M.) について、昨年に引続いて行つた 2, 3 の知見につき報告する。

#### 実験方法

ほたて貝の採取、輸送等は前報<sup>2)</sup>と同様であるが、第 II 期の実験において、輸送による貝の変化を調べるため、採取現地において筋を磨碎して抽出を始め、氷箱の中で 0°C に保ちつつ輸送した。その他の実験例においては、抽出法、粘度測定法、成績の表現法等、すべて前報<sup>2)</sup>に準じて行い、また使用 ATP は別報<sup>1)</sup> S.S.M. に用いたものと同一試料である。実験期日も別報<sup>1)</sup>と同時期である。

#### 実験成績

I, II, III, IV の各実験において、ほぼ同一傾向の成績を得たので、その内四つを Fig. 1 に掲げた。氷室より 25°C の測定温度にすると、粘度は比較的急速に減少し、6~7 分で安定となる。この点は S.S.M. が粘度増加を示すのと全く反対である。ATP (1%, 0.2 cc) の添加により 30~40% の粘度降下が見られ splitting time は殆ど見られず直ちに recovery phase に移行している。恢復値は比較的低い値を示し、通常 75~80% であり、最も高い値のものでも 90% を僅かに越える程度に過ぎず、over effect の見られ

に recovery phase に移行している。恢復値は比較的低い値を示し、通常 75~80% であり、最も高い値のものでも 90% を僅かに越える程度に過ぎず、over effect の見られ

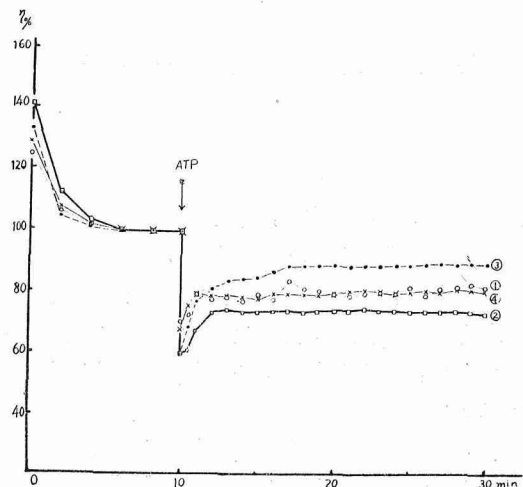


Fig. 1. The viscosity change of unpurified actomyosin.

①: Extracted immediately after the pecten was captured.

②, ③, ④: Extracted after transportation.

るものは全くなかった。また何れの場合も、昨年度の如き著明な 'ゆれ' の現象は見られず、僅かに 5~6% 前後の幅

\* 本論文の要旨は、昭和 28 年 4 月、第 31 回日本生理学会総会において発表した。本研究費の一部は北海道総合開発局よりの科学研究費補助金によつた。ここに深甚の謝

意を表す。

1) 横山: 札幌医誌 5, 162 (1954).

2) 横山: 札幌医要 2, 259 (1952).

の‘ゆれ’を示すものが稀に見られた。図中①は現地において抽出を始めて、輸送したもので、②、③、④は貝を輸送した後、健全なものを選んで磨碎、抽出したものである。しかして、これ等二つの場合において、ATP 降下及び恢復等の粘度変化の差違は認め得なかつた。

Fig. 2 は AM を別報<sup>1)</sup>と同様、洗滌によつて精製したもののついでに粘度変化を示すものである。図に見られる如く、ATP (1%, 0.2 cc) による粘度変化の過程は定型的となり、またこの場合には、over effect も見られるようになる。しかし、その示す curve は全く安定となり、‘ゆれ’は全く見られない。

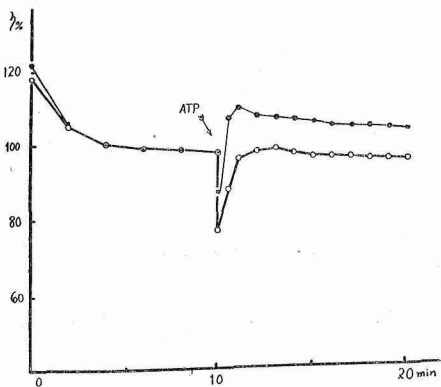


Fig. 2. The viscosity change of purified actomyosin.

### 総括並びに考按

成績の項で述べた如く、本年行つた4期に亘る実験中、昨年に見られた如き‘ゆれ’の現象は著明には現われず、前報において、本現象が季節によつて起ると述べた点は訂正を要することを知つた。

しからは、かかる‘ゆれ’という現象は何に起因するものであろうか。別報<sup>1)</sup>において、S.S.M.につき、その奇異なる温度影響の起る原因を種々の方向から考察し、それがなん等かの環境物質によるとすることが妥当であると考えた。著者は本実験とほぼ時を同じくして、AMの粘度測定実験を兎骨格筋について行つたが、Mg, Ca等のionのAM系粘度に及ぼす影響に関する実験<sup>3)</sup>から得られた成績によると、複雑なる条件、即ち共存する他のion或いはその他の物質の条件如何によつて、

それら  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ 等の作用が著明に異つた態度を示し、AM系を精製することによつて、その作用が定型化することを認めている。かかる事実は、同一AM系においても、幾つかの物質の存在の組合せによつて、その粘度変化が異なることを示すものであり、前年度において観察された大きな振幅の‘ゆれ’もまた、このような環境物質の幾つかの複雑な系の集合の結果として出現し得るものであろう。しかして、かかる観点からすれば、必ずしも、ほたて貝のL.S.M.のAMにおいてのみ見られるものと断定し得ず、程度の差こそあれ、同じ条件を具備すれば、筋の種類を問はず、起り得るものであろう。

このことは、たまたま教室の石塚が兎骨格筋のAMについて行つた実験<sup>4)</sup>において、程度は著しくないが、類似の現象を見ていることから首肯し得る点である。

次に、AMを精製することにより over effect が現われる。AM粘度のATPによるdrop、及び recovery の二つの反応は、それぞれ actin, myosin の解離及び再結合によると考えられているが、かかる over effect の如きものが何に起因するかは未だ詳でない。別報<sup>1)</sup>で述べた S.S.M.の粘度増加、或いは、大原のCo添加の粘度変化の成績<sup>5)</sup>等より、それら機構につき、粘度増加の機構として、actin, myosin の結合比の変化、actin の重合、或いはAM間の net work 形成等の如き種々の形態変化等が挙げられることを別報<sup>1)</sup>において論じた。しかしてこの over effect が粗製のAMにおいては見られず、精製によつて出現することは、上記の如きなん等かの機構を抑制するものが環境液中に存在し、これが精製により除かれたと考えられる。Csapó<sup>6)</sup>の成績よりすれば、子宮筋AMにおいて、その精製により、かかる再結合の反応は抑えられ、氏のいわゆる water soluble X-factor の添加により、これが生じ易くなると報じていることに、本成績は一見矛盾するが、その方向が逆であつても、結合、解離の反応を調節する物質に因ると解するのが妥当であらう。

さて、‘ゆれ’の現象の成因を種々考按し、それがなん等かの環境物質に因るものと考えたのであるが、一般の化学反応系において、このような週期的なものの類形を求めると、“periodic reaction”なるものが想起される。即ち、F.W. Ostwardによると、不純物を含むクロームが酸に溶解する際、その溶解が連続的に行われず、水素の発生が週

3) 横山・他：札幌医誌 未刊。

4) 石塚：札幌医誌 未刊。

5) 永井・他：生体の化学 4 (5), 2 (1953)。

6) Csapó, A.: Acta Physiol. Scandinav. 19, 100 (1949)。

期的に起ると述べ、また Bredg は過酸化水素の溶液を水銀面に接触せしめて、分解を行うとき、酸素の発生が周期的に起るのを観察している。この現象は、水銀が過酸化水素に接触する際、その表面に酸化水銀の被膜が周期的に生成せられ、また分離せられるに因ると考えられている。かかる反応系を直ちにわれわれの観察した、‘ゆれ’の現象と結びつけることは許されないが、actin, myosin, ATP の system が pressure, temperature 以外の因子により、平衡状態に達し得ず、なん等かの化学種の変動が行われている系が考えられる。さらに考えをめぐらせば、energy の階段的分解等があり、これ等は今後の実験を以て追究したい。

以上要するに、AM 系が精製純化された状態では、常に定型的な性質を示すという共通点より、種類の異なる筋においても、それを構成する AM 系は、量的関係は別として、一應同一の性質を有するものと考えられ、‘ゆれ’という現象の根本機構は未だ結論の段階ではないが、S.S.M. についての別報<sup>1)</sup>、並びに本篇において論じた如き、種々の要因の複雑な組合せと考えるのが妥当であろう。

さてわれわれは、ほたて貝の 2 種の筋 L.S.M., S.S.M. について、それらの示す異つた生理的特性が、その AM 系に如何に反映するかを究明せんとし種々の実験を行つた結果、それぞれが特異的な態度を示すことを確かめ得た。しかして、それが或る種の調節物質に因ると考えたのであるが、この調節物質のなんたるかが、残された重要な問題であり、この本態の物理化学的諸性質の解明を期

すると同時に、これ等が、生体内で如何なる機構によつて、各種筋の生理的機構を調節するかを、生理学的研究と相俟つて察知することこそ、筋収縮の本質的機構の解明の道と考えられる。これ等については今後の研究に待ちたい。

### 摘 要

ほたて貝運動筋の actomyosin 液について、前年に引き続き実験を行い、次の如き結果を得た。

1) 前年に見られた、‘ゆれ’の現象は、必ずしも季節という条件によるものではなく、また再現性に富む現象とはいひ得ない。

2) 貝の輸送による条件を検討した結果、現地抽出と、輸送後抽出とで、著明な差は認められない。

3) actomyosin を精製することにより、粘度変化は定型的になる。

4) ‘ゆれ’の現象の起因する機構に関し考察を試み、それが actomyosin 系自体によるものではなく、なん等かの複雑な調節物質に起因すると考え、これ等の組合せにより、本現象は再現し得ると考えた。

稿を終るに当り、材料採取に御援助をいただいた佐呂間村、菊地病院長並びに佐呂間湖ほたて貝養殖組合の方々に深甚の謝意を表す。また ATP の抽出に援助された教室の伊藤技師に感謝の意を表す。

(昭和 28. 12. 24 受付)

### Summary

The viscosity change of actomyosin solution extracted from the large striated adductor muscle of pecten was measured with the following results:

1) The phenomenon, the periodical fluctuation, with large amplitude as reported in an earlier paper is not due to the season, and does not reappear so frequently.

2) The transportation hardly affects the actomyosin of pecten.

3) By purifying actomyosin, the viscosity change becomes typical.

4) The mechanism of the periodical fluctuation was discussed, and it was revealed that the cause is not due to actomyosin itself, but to certain complicated regulatory substances. It is surmised that the phenomena can be reproduced by a certain combination of various conditions.

(Received Dec. 24, 1953)